

Richard Raskin, Erich Glück und Wolfram Pflug

Floren- und Faunenentwicklung auf herbizidfrei gehaltenen Agrarflächen Auswirkungen des Ackerrandstreifenprogramms

1 Einleitung

Die moderne Landwirtschaft, die in den 50er Jahren einsetzte, hat durch intensive Bewirtschaftungsmethoden auf 55 % der Gesamtfläche des alten Bundesgebietes den Naturhaushalt und das Landschaftsbild erheblich verändert (DEUTSCHER RAT FÜR LANDESPFLEGE 1988).

Bundesweit wird die Gefährdung von 58 % der Pflanzenarten auf die Einwirkungen der Landwirtschaft zurückgeführt (SUKOPP 1981). Der Rückgang des überwiegenden Teils der Ackerbegleitflora wird in erster Linie der gesteigerten Herbizid-Anwendung zugeschrieben. Besonders dramatisch ist der Rückgang der Wirbellosen-Fauna der Bodenoberfläche der Kulturfelder. Innerhalb von 30 Jahren hat in Schleswig-Holstein die Artendichte des Epigaeion um 48-85 % und die Biomasse bis zu 99 % abgenommen (HEYDEMANN 1983).

Um einer weiteren Verarmung der Ackerbiozöten entgegenzuwirken, werden heute im Rahmen von Ackerrandstreifenprogrammen Landwirte auf Vertragsbasis zu einer extensiven Bewirtschaftung eines Teils ihrer Äcker veranlaßt und für den Ertragsausfall entschädigt.

Die in Nordrhein-Westfalen geschonten Ackerrandstreifen haben eine Mindestbreite von 2 m. Untersagt ist hier vor allem die Anwendung von Herbiziden und das Ausbringen von Gülle. Der Ernteausfall wird bei Herbizidverzicht mit 750 DM/ha und bei gleichzeitiger Reduktion der Stickstoff-Düngung mit bis zu 1200 DM/ha abgegolten (MINISTER FÜR UMWELT, RAUMORDNUNG UND LANDWIRTSCHAFT NW 1988). Seit 1985 findet das Programm bei den Landwirten zunehmenden Zuspruch.

Während der botanische Aspekt des Programms mehrfach untersucht wurde, liegen über die faunistischen Wirkungen von Ackerschonstreifen kaum Kenntnisse vor. Das zentrale Anliegen dieser Studie ist daher die Klärung der Frage, ob in Ackerschonstreifen außer dem Schutz gefährdeter Ackerwildkräuter auch der Schutz der Feldfauna und die Erhaltung typischer Lebensgemeinschaften der Agrarökosysteme gewährleistet sind. Dazu wurden die Insektenfamilien *Syrphidae* (Schwebfliegen) und *Carabidae* (Laufkäfer) erfaßt. Weiterhin soll die Bedeutung der Dauer der Schonung und der Ein-

fluß der Randstreifen auf die Besiedlung benachbarter Biotopstrukturen aufgezeigt werden.

Um diese Fragen beantworten zu können, wurden 1988 vier unterschiedlich bewirtschaftete Ackerränder einschließlich der Ackerzentren und angrenzenden Feldraine in je einer Länge von 100 m untersucht. Sie werden nachstehend mit ihrer Probestellennummer näher beschrieben:

- R1 – konventionell bearbeiteter Ackerrand;
- R2 – vorjährig geschonter Ackerrandstreifen;
- R3 – 2-jähriger, 3 m breiter Ackerschonstreifen;
- R4 – 7-jähriger, 3 m breiter Ackerschonstreifen;
- S1-4 – angrenzende Feldraine, etwa 1 m breit;
- Z1-4 – Ackerzentren, 50 m vom Feldrand entfernt.

Die Randstreifen R1 und R4 grenzen an dieselbe Feldmitte, so daß dieses Ackerzentrum nachfolgend als Z1/4 bezeichnet wird. Es wurde auch ein vorjährig geschonter Randstreifen untersucht, weil der Herbizidverzicht in der Praxis gelegentlich zu einer Massenentwicklung von Problemkräutern führt, wodurch diese Ränder für ein Jahr aus dem Programm genommen werden müssen.

Die Bewirtschaftung der Äcker ist relativ einheitlich. Angebaut wurde Wintergetreide (Roggen, Weizen); gedüngt wurde mit 140-160 kg N/ha, und 4-5 verschiedene Pflanzenschutzmittel wurden eingesetzt (keine Insektizide).

2 Untersuchungsflächen

Die Untersuchungsflächen in den Gemarkungen Thum, Muldenau und Embken liegen im Übergangsbereich von Nordeifel und Niederrheinischer Bucht (6°33'E/50°41'N). Um die Floren- und Faunenzusammensetzung unterschiedlicher Felder miteinander vergleichen zu können, wurden Parzellen ausgewählt, die gleiche Standortfaktoren aufweisen. Dadurch wird in den Feldrändern der Bewirtschaftungsmodus zum besiedlungsbestimmenden Faktor.

Alle betrachteten Ränder grenzen an Kalkmagerrasen, von denen sie durch bewachsene Wirtschaftswege und Schlehen-Gebüsche getrennt sind.

3 Material und Methoden

Zur Erfassung des Mikroklimas wurde in den Agrarflächen Ende Juli eine ganztägige Messung mit Thermohygrographen durchgeführt. Zwischen Mai und August wurden die Gefäßpflanzen (Spermatophyten) erfaßt. Die reale Vegetation wurde nach der pflanzensoziologischen Methode von BRAUN-BLANQUET (1951) aufgenommen.

Die epigäisch lebenden Laufkäfer wurden mit Bodenfallen (\varnothing 9,5 cm) gefangen. Je Probenstelle wurden 6 Fallen mit einem Abstand von jeweils 10 m eingebracht. Zwecks kleinräumiger Ermittlung der Käfergemeinschaften in Ackerrand und Feldrain wurde wegen des Anlockungseffektes von Formaldehyd-Lösung auf Carabiden (ADIS u. KRAMER 1975) keine Fangflüssigkeit verwendet. Während des Fangzeitraums von Ende April bis Anfang August wurden die Fallen wöchentlich geleert.

Die Schwebfliegen wurden durch direkte Beobachtung erfaßt. Von Anfang Mai bis Ende August wurde je Probenstelle eine 100 m lange, markierte Strecke einmal pro Woche abgesehen. Dabei wurden die beobachteten Syrphiden-Individuen notiert und unbekannte bzw. schwer determinierbare Arten gekeschert. Dieses Verfahren ist zur Untersuchung von Phänologie und Vergesellschaftung gut geeignet (BANKOWSKA 1980). Weiterhin wurde in den Ackerrändern und im Ackerzentrum Z1/4 ein Fang mit je 6 Gelbschalen (23 cm x 16 cm x 5 cm) durchgeführt.

4 Ergebnisse und Diskussion

4.1 Mikroklima

Während im Tagesgang die Temperaturen der bodennahen Luftschicht in den Ackerflächen nahezu identisch sind, treten im Tagesgang der relativen Luftfeuchte Unterschiede zwischen den Randstreifen auf. Die relative Feuchte ist im alten Ackerschonstreifen R4 um 12 % (Hellperiode 17 %) höher als im Kontrollrand R1.

4.2 Flora und Vegetation

Auf den Ackerschonstreifen ist die Ackerfuchsschwanz-Kamillen-Gesellschaft (*Alopecuro-Matricarietum* MEISEL 1967) vertreten. In den herbizidbehandelten Flächen ist diese nur fragmentarisch ausgebildet. Aufgrund der intensiven Bewirtschaftung bestehen die Bestände fast nur aus euryvalenten Arten und kaum aus pflanzensoziologisch interessanten Charakterarten.

Eine Schonung von Ackerflächen im Rahmen des Ackerrandstreifenprogramms führt im Vergleich mit konventionell bewirtschafteten Rändern zu folgenden Veränderungen der Segetalvegetation:

- Die Artenzahlen der Spermatophyten sind um den Faktor 2-3 größer (Abb.1). Hierbei ist der Anteil gefährdeter Arten besonders stark erhöht. Mit Ausnahme des Feld-Rittersporn (*Consolida regalis*) treten gefährdete Ackerwildkräuter wie beispielsweise Blauer Acker-Gauchheil (*Anagallis foemina*), Frauenspiegel (*Legousia hybrida* und *L. speculum-veneris*), Ackerröte (*Sherardia arvensis*) und Gekielter Feldsalat (*Valerianella carinata*) nur in den Ackerschonstreifen auf.
- Der Deckungsgrad der Ackerbegleitpflanzen ist um den Faktor 5-8 erhöht (Abb.2).
- Die Dominanzstruktur der Phytozönose zeichnet sich durch einen hohen Grad an Gleichverteilung aus. Die Evenness (Äquität) beträgt in den Schonstreifen 66 % (R3) bzw. 83 % (R4). Sie entspricht der Dominanzstruktur intakter Segetalgesellschaften (vgl. HAEUPLER 1982). Demgegenüber ist die Bestandesstruktur der herbizidbehandelten Randstreifen aufgelöst; die Evenness beträgt nur 24 % (R1) bzw. 25 % (R2). Die synsystematische Einheit ist hier zerstört.

In Ackerschonstreifen ist somit nicht nur der Schutz von gefährdeten Ackerwildkräutern gewährleistet (vgl. SCHUMACHER 1980), sondern auch die Erhaltung intakter und kennartenreicher Segetalgesellschaften.

Die Entwicklung einer standorttypischen Segetalgesellschaft in Ackerschonstreifen ist zeitabhängig. Mit zunehmender Schonungsdauer erhöht sich die Zahl von Charakterarten, der Anteil gefährdeter Arten (Abb.1), der Deckungsgrad von Ackerwildkräutern (Abb.2) und die Evenness. In hoher Abundanz sind gefährdete Arten nur im alten Schonstreifen R4 vorhanden. Offensichtlich ist für die Entstehung individuenreicher Populationen eine mehrjährige Samenvermehrung zur Auffüllung des Bodensamenspeichers notwendig.

Wird das Ackerrandstreifenprogramm auf ein und derselben Fläche wegen einer möglicherweise notwendig gewordenen Bekämpfung von überhandnehmenden Problemarten unterbrochen, so ist die frühere Schonung nur noch an dem erhöhten Deckungsgrad euryvalenter Arten erkennbar (Abb.2). Ein einmaliger Herbizideinsatz bewirkt bereits die vollständige Zerstörung der Segetalgesellschaft.

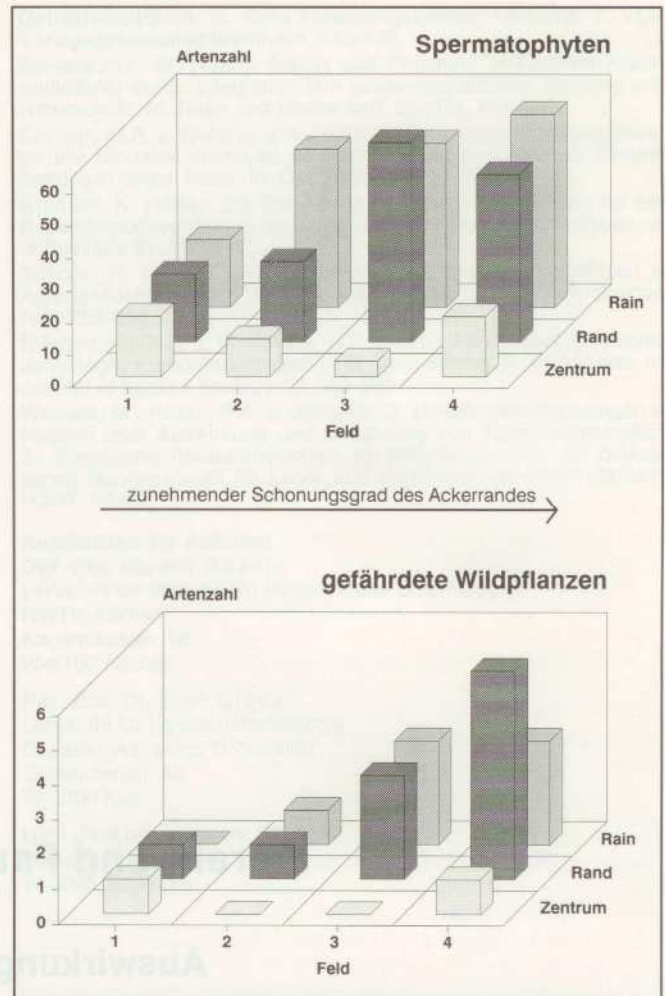


Abb.1: Die Artenzahl von Spermatophyten (Gefäßpflanzen) und gefährdeten Wildpflanzen in den untersuchten Feldrainen, Ackerrändern und -zentren.

Ein Ackerschonstreifen beeinflusst zur Feldmitte hin nur die unmittelbar benachbarten Bereiche durch verstärkten Eintrag von Samen und ausdauernden Organteilen. Die Artenzahl ist auf den unmittelbar angrenzenden herbizidbehandelten Ackerflächen stark verringert (Abb.3). Eine von Gegnern des Programms befürchtete Förderung der Verunkrautung des Bestandesinneren erfolgt nicht.

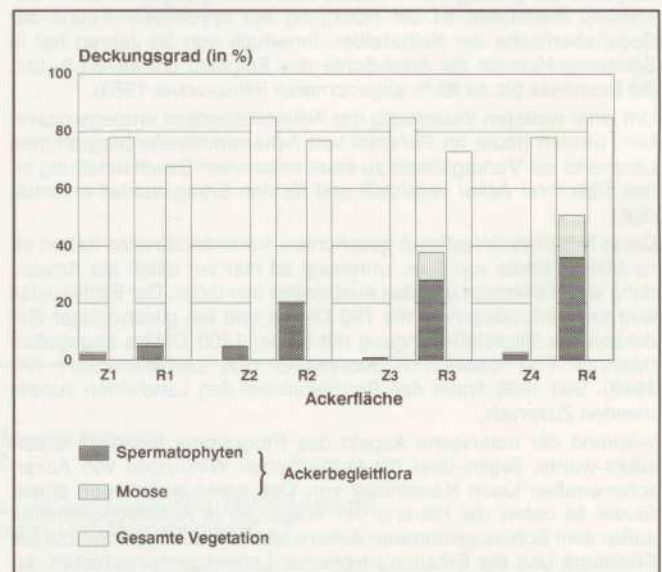


Abb.2: Vergleich der mittleren Vegetationsdeckungsgrade in den untersuchten Ackerrändern (R) und -zentren (Z).

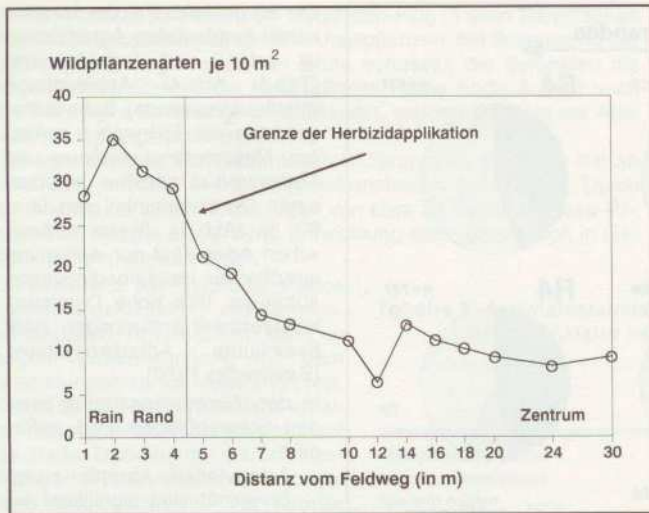


Abb. 3: Das Vorkommen von Wildpflanzenarten im Gradienten herbizidfreier Feldrand-Ackerzentrum.

Die ungemähten Feldraine stellen Fragmente von Glatthafer-Wiesen (*Arrhenatheretum elatoris* Br.-Bl. 1919) dar. Die Vegetation wird auch hier wie im Ackerrand durch Nährstoffzufuhr und Herbizideintrag beeinflusst, was zu einer Dominanz von Gräsern in den Rainen S1 und S2 führt.

Bei Schonung der benachbarten Ackerränder erhöht sich in den Feldrainen S3 und S4 die Artenzahl gegenüber dem Kontrollrain S1 um den Faktor 3 (Abb.1). Der Anteil krautiger Blütenpflanzen und die Diversität sind ebenfalls höher. Gefährdete Pflanzen der Äcker, Magerrasen und Staudensäume treten nur in den Rainen neben Ackerschonstreifen auf.

Ein hoher Deckungsgrad der Blütenpflanzen und eine Veränderung der Dominanzstruktur hin zu gleichmäßigerer Verteilung der Arten werden im Rain erst nach mehrjähriger Schonung des angrenzenden Ackerrandes erreicht. Die zurückgedrängten Kräuter benötigen mehrere Jahre, um sich im geschlossenen Grasbestand durchsetzen zu können.

Die botanische Bedeutung von Feldrainen ist nach RÖSER (1988) gering. Bei einer mehrjährigen Schonung im Rahmen des Ackerrandstreifenprogramms erhöht sich ihre floristische Vielfalt jedoch beträchtlich. Im Verhältnis zu ihrer geringen Breite besitzen sie eine sehr komplexe Struktur mit hoher Biotopqualität. Der nur 1,0–1,5 m breite Rain S4 ist z.B. floristisch in vier Lebensbereiche gegliedert. Zwischen Rain und Schonstreifen ist ein Ökoton ausgebildet. Diese Übergangszone stellt einen räumlichen Kontakt (Verbund) zwischen den Lebensräumen Acker und Grasland her.

Als Refugium zur Erhaltung gefährdeter Ackerwildpflanzen, aber auch als Schuttherd für Problemarten fallen die Feldraine bei einer Schonung aus, da sie für Therophyten keinen geeigneten Lebensraum darstellen. Problemarten anderer Lebensformtypen wie die Gemeine Quecke (*Agropyron repens*) oder Rispengräser (*Poa spec.*) kommen ebenfalls nur in niedrigen Individuenzahlen vor. Das ist auf die geringe mechanische Störung zurückzuführen, wodurch die Konkurrenz innerhalb der Wildpflanzen durch Erhöhung der Artenzahlen bei einer gleichzeitig geschlossenen Vegetationsdecke zunimmt.

Durch die Anlage von Ackerschonstreifen bleiben zur Blüte gelangende Wildpflanzen in der auf schnelles vegetatives Wachstum ausgerichteten Agrarlandschaft erhalten. Der seit Beginn der industriellen Landwirtschaft stetig verringerte Bodensamenspeicher wird wieder auf-

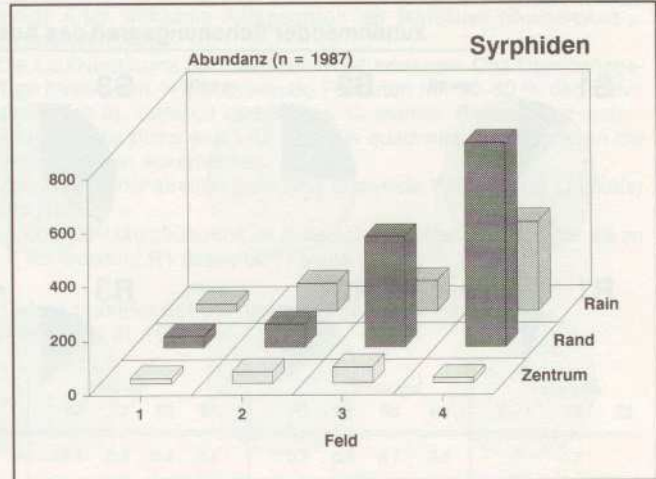


Abb. 4: Abundanz beobachteter Schwebfliegen in den untersuchten Feldrainen, Ackerrändern und -zentren.

gefüllt (VAN ELSSEN 1989), wodurch die Erhaltung der ursprünglichen Farben- und Formenvielfalt der Getreidefelder zumindest lokal gewährleistet ist. Darüber hinaus bietet die Förderung der Segetalflora die Grundlage zur Ausbildung intakter und komplexer Nahrungsnetze in Agrarökosystemen.

Tabelle 1: Artenspektrum der Schwebfliegen auf den untersuchten Agrarflächen nach Direkt-Beobachtungen und Gelschalenfängen (Nomenklatur nach VAN DER GOOT 1981)

Art	Feldrain				Ackerrand				Feldmitte		
	S1	S2	S3	S4	R1	R2	R3	R4	Z1/4	Z2	Z3
<i>Cheliosia cf. vernalis</i>				x							
<i>Chrysogaster hirtella</i>								x			
<i>Chrysogaster solstitialis</i>			x	x							
<i>Chrysotoxum bicinctum</i>								x			
<i>Chrysotoxum cautum</i>							x				
<i>Episyrphus balteatus</i>	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Eristalis abusivus</i>								x			
<i>Eristalis arbustorum</i>	x			x				x			
<i>Eristalis horticola</i>							x				
<i>Eristalis nemorum</i>				x		x		x			
<i>Eristalis pertinax</i>				x						x	
<i>Eristalis tenax</i>				x				x			
<i>Eumerus strigatus</i>								x			
<i>Helophilus pendulus</i>			x	x	x	x	x	x	x		
<i>Helophilus trivittatus</i>						x		x			
<i>Melanostoma mellinum</i>	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Melanostoma scalare</i>						x	x	x			
<i>Meliscaeva auricollis</i>							x				
<i>Metasyrphus corollae</i>	x	x		x	x	x	x	x	x		x
<i>Myathropa florea</i>				x							
<i>Neosasia podagrica</i>								x			
<i>Paragus tibialis</i>							x				
<i>Parasyrphus lineolus</i>							x				
<i>Pipiza bimaculata</i>				x				x			
<i>Pipizella divicoi</i>							x				
<i>Pipizella spec.</i>								x	x	x	
<i>Platycheirus albimanus</i>	x	x	x	x				x	x	x	
<i>Platycheirus clypeatus</i>	x	x	x		x	x	x	x			x
<i>Platycheirus manicatus</i>								x			
<i>Platycheirus peltatus</i>			x					x			
<i>Platycheirus sticticus</i>								x			
<i>Pyrophaena granditarsa</i>								x			
<i>Rhingia campestris</i>				x	x	x	x	x			
<i>Scaeva pyrastris</i>								x			x
<i>Sphaerophoria abbreviata</i>								x			
<i>Sphaerophoria scripta</i>	x	x		x		x	x	x			x
<i>Syrirta pipiens</i>	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x
<i>Syrphus ribesii</i>				x				x			
<i>Syrphus vitripennis</i>								x	x	x	
<i>Tropidia scita</i>								x			
<i>Volucella bombylans</i>								x			
<i>Xanthogramma pedissequum</i>				x				x			
<i>Xylota segnis</i>								x			
Artenzahl ($\Sigma=42$)	8	8	8	17	9	15	23	24	9	3	7

Der Schonungsgrad in den Ackerrändern nimmt mit der Erhöhung der Probenstellennummer zu.

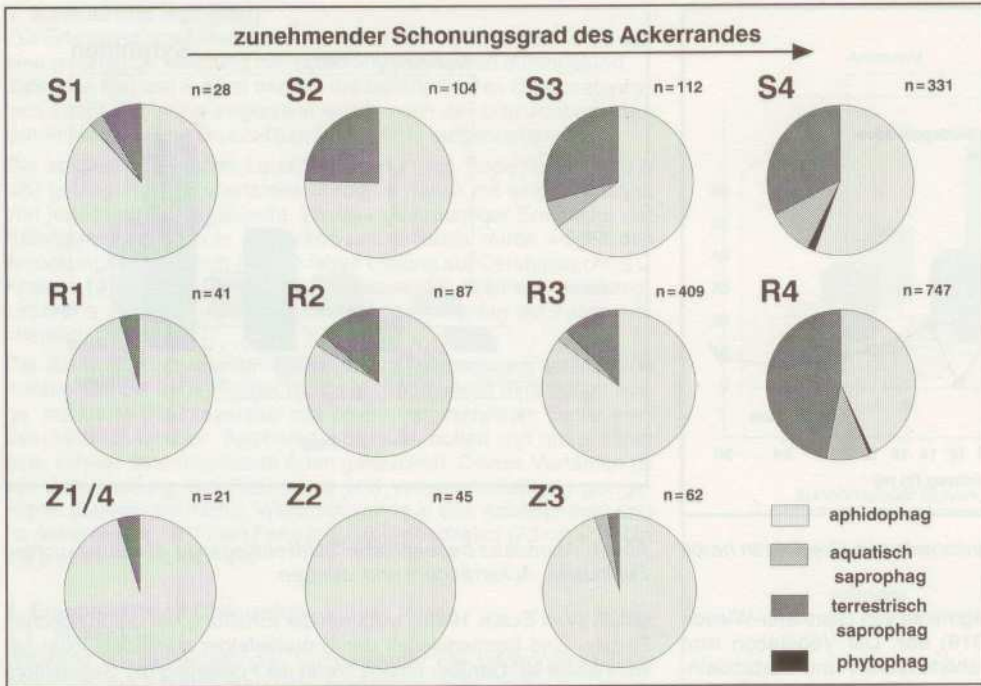


Abb. 5: Trophiespektren der Larvalstadien beobachteter Schwebfliegen-Imagines in den untersuchten Feldrainen (S), Ackerrändern (R) und -zentren (Z).

4.3 Syrphiden (Schwebfliegen)

Adulte Syrphiden besitzen eine enge Beziehung zur Vegetation; sie ernähren sich von Blütennektar und -pollen. Die Lebensweisen der Larven sind verschiedenartig. Es gibt Phytophage (Pflanzenfresser), Saprophage (Fäulnisbewohner) und Zoophage (Räuber).

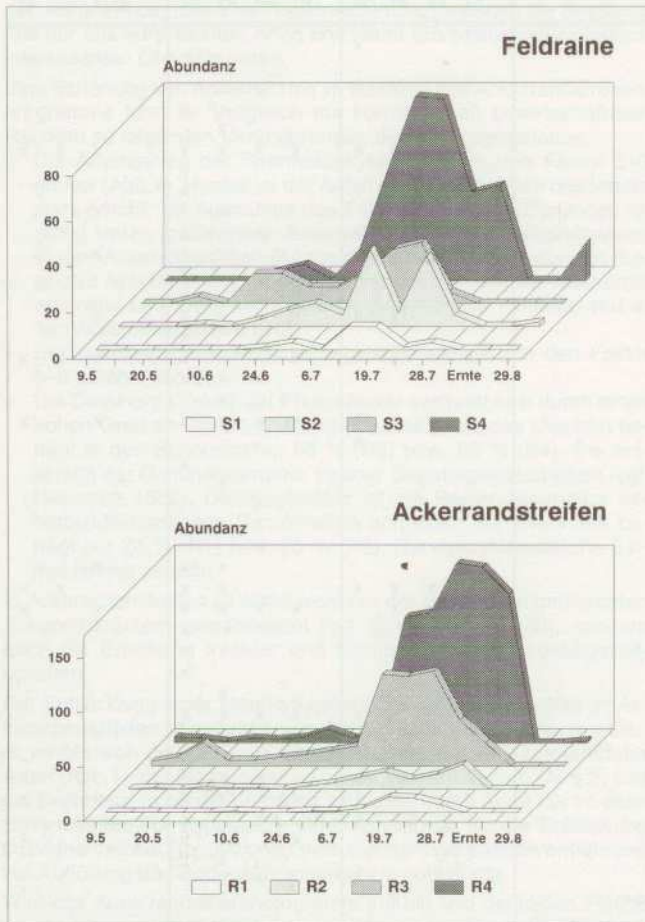


Abb. 6: Phänologie der Schwebfliegen nach Beobachtung in konventionell bewirtschafteten Ackerrändern (R1, R2) und angrenzenden Feldrainen (S1, S2) sowie in herbizidfreien Ackerrandstreifen (R3, R4) und mitgeschonten Rainen (S3, S4).

Die Syrphidenfauna der konventionell bearbeiteten Agrarflächen ist arten- und individuenarm (Tab.1, Abb.4). Aphidophage (blattlausfressende) Schwebfliegenarten wie *Epsyrphus balteatus*, *Melanostoma mellinum* und *Metasyrphus corollae* besitzen einen Dominanzanteil von über 90 % (Abb.5). Diese räuberischen Arten sind nur wenig von spezifischen Habitatbedingungen abhängig. Ihre hohe Dominanz kennzeichnet anthropogen stark beeinflusste Agrarökosysteme (BANKOWSKA 1980).

In den Ackerschonstreifen werden Schwebfliegen stark gefördert:

- Artenvielfalt, Abundanz und Diversität sind signifikant erhöht (Abb.4). Die nach KORMANN (1988) stark bedrohten Arten *Neoascia podagrica*, *Paragus tibialis*, *Platycyberus sticticus* und *Volucella bombylans* wurden nur in den Schonstreifen nachgewiesen (Tab.1).

Gruppen treten 3-4 Gruppen auf (Abb.5). Die Dominanz der sich nicht räuberisch entwickelnden Schwebfliegen erreicht im alten Schonstreifen R4 einen Wert von über 50 %.

Der im Vorjahr geschonte Ackerrand R2 beeinflusst auch noch im Folgejahr die Syrphidenfauna. Das Ausmaß der Förderung ist jedoch im Vergleich zu diesjährigen Schonstreifen gering.

In den Feldrainen S3 und S4 entlang der Ackerschonstreifen ist der Syrphiden-Besuch ebenfalls erhöht (Abb.4). Im Vergleich mit dem Feldrain des alten Schonstreifens (S4) ist die Förderung im Rain des jungen Schonstreifens (S3) relativ schwach, da hier auch nach 2-jährigem Herbizidverzicht immer noch Gräser dominieren und sich kaum Blütenpflanzen eingestellt haben. Die Form der Syrphiden-Vergesellschaftung ist in Ackerschonstreifen und angrenzenden Feldrainen einheitlich. Sie unterscheidet sich deutlich von der artenarmen Gesellschaft der herbizidbehandelten Ackerflächen und beinträchtigten Feldraine.

Im Jahresverlauf besuchen Schwebfliegen im Mai zunächst nur die Ackerschonstreifen (Abb.6). Zu diesem Zeitpunkt wird vor allem die aphidophage Art *Melanostoma mellinum* durch frühblühende Ackerwildkräuter angelockt. In den Feldrainen treten Syrphiden erst einen Monat später auf, wenn die Wiesenpflanzen zu blühen beginnen. In den beiden Frühjahrsmonaten Mai und Juni wurden im herbizidbehandelten Ackerrand und Feldrain nur Einzeltiere beobachtet, während in den geschonten Randflächen im gleichen Zeitraum stets Syrphiden in erhöhten Individuenzahlen angetroffen wurden.

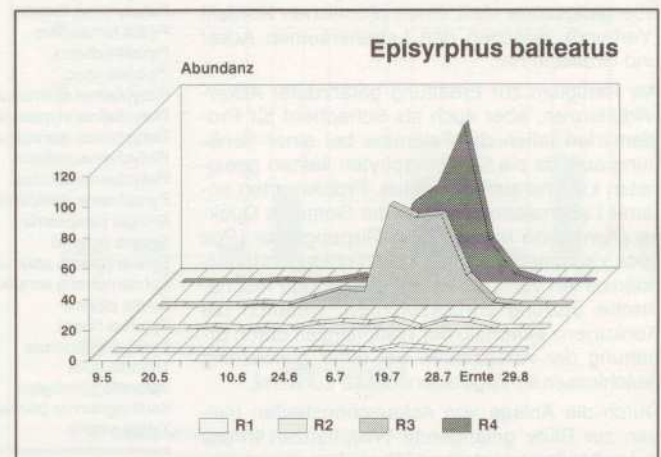


Abb. 7: Phänologie der aphidophagen Schwebfliege *Epsyrphus balteatus* nach Beobachtung in konventionell bewirtschafteten Ackerrändern (R1, R2) und in herbizidfreien Ackerrandstreifen (R3, R4).

Seinen Höhepunkt erreicht der Syrphiden-Flug in allen Randflächen im Juli zur Hauptblütezeit der Nahrungspflanzen. Mit Beseitigung der Nahrungsgrundlagen nach der Ernte verlassen die Syrphiden die Ackerflächen. Obwohl die herbizidfreien Raine Ende August noch ein vielfältiges Blütenangebot aufweisen, werden sie nicht als Ausweichbiotop angenommen.

Der sehr effektive Blattlausantagonist *Episyrphus balteatus* tritt ab Mitte Juni verstärkt in den Ackerschonstreifen auf (Abb.7). Durch seine kurze Larvalentwicklungszeit von etwa 23 Tagen (GEUSEN-PFISTER 1987) ist die erfolgreiche Entwicklung einer Generation in Getreidekulturen gewährleistet.

Die Differenz der Syrphiden-Fauna zwischen geschonten und herbizid-behandelten Agrarflächen steht in engem Zusammenhang mit dem Ausbildungsgrad der Vegetation (vgl. Kap. 4.2). Die hohe Abundanz im alten Schonstreifen R4 ist vor allem auf die starke Deckung der Geruchlosen Kamille (*Tripleurospermum inodorum*) zurückzuführen. Die Kamille weist unter den Ackerwildkräutern die größte Attraktivität für Schwebfliegen auf (MOLTHAN u. RUPPERT 1988). Der starke Syrphiden-Besuch im Feldrain S4 wird vor allem durch Schafgarbe (*Achillea millefolium*), Bärenklau (*Heraclaeum sphondylium*) und Taumel-Käiberkropt (*Chaerophyllum temulum*) hervorgerufen. Das Blütenangebot gilt als verantwortlicher Faktor für die Steigerung der Syrphiden-Dichte in wildpflanzenreichen Kulturfeldern (INGRISCH et al. 1989), in Feldrainen (MOLTHAN u. RUPPERT 1988) und auch in Ackerschonstreifen (KÜHNER 1988). Vom Blütenangebot hängt nicht nur die Ernährung der Imagines ab, sondern auch der Fortpflanzungserfolg. Zur Ovarien- und Eireifung werden essentielle Aminosäuren benötigt, die mit den Blütenpollen aufgenommen werden (STÜRKEN 1964). Die Abundanz aphidophager Larven ist daher nicht nur von der Blattlausdichte abhängig, sondern auch von der Nahrungssituation der Adulten. Die Eiablage erfolgt bevorzugt an Blattlauskolonien in der Nähe blühender Pflanzen (ASSMUTH et al. 1986). Die Larven bevorzugen die höhere Luftfeuchte dichter Kulturen (HONEK 1983), wie z.B. in den Schonstreifen (vgl. Kap. 4.1). Unter den Bioziden beeinflussen somit auch Herbizide die Syrphidenfauna negativ. Sie wirken indirekt durch Verringerung des Nektar- und Pollenangebots sowie durch Veränderung des Mikroklimas. Die Anlockung von Syrphiden in Ackerschonstreifen könnte ähnlich wie in mit Phacelie eingesäten Feldrändern (SCHMUTTERER u. GAUDCHAU 1986) den Getreideblattlausbefall vermindern. Darauf deuten sowohl die starke Förderung von *Episyrphus balteatus* mit seiner hohen Aphiden-Fraßleistung als auch die frühe Präsenz weiterer aphidophager Syrphiden, die den Populationsaufbau der Blattläuse stark beeinträchtigen können (CHIVERTON 1986), hin.

4.4 Carabiden (Laufkäfer)

Die Carabiden zählen auf Kulturfeldern arten- und zahlenmäßig zu den dominierenden Arthropoden-Familien. Larven und Imagines leben vorwiegend räuberisch; im Getreide sind

einige Arten wirksame Antagonisten der Blattläuse (SUNDERLAND u. VICKERMAN 1980).

Die Laufkäferfauna der Feldzentren ist artenarm. Das Dominanzgefüge bestimmen 1-2 eudominate Feldarten mit 50-80 % der Individuen (Tab.2). *Carabus cancellatus*, *C. monilis*, *Pterostichus melanarius*, *Stomis pumicatus* und *Trechus quadristriatus* präferieren die wildkrautfreien Ackerflächen.

Von Ackerschonstreifen geht eine fördernde Wirkung auf Laufkäfer aus (Tab.2):

- Die Aktivitätsabundanz im Ackerschonstreifen R4 ist höher als im Kontrollrand R1 desselben Feldes.

Tabelle 2: Aktivitätsabundanz* der Laufkäfer auf den untersuchten Agrarflächen (Nomenklatur nach FREUDE et al. 1976)

Art	Feldrain				Feldrand				Feldmitte		
	S1	S2	S3	S4	R1	R2	R3	R4	Z1/4	Z2	Z3
<i>Abax parallelepipedus</i>	0.4	0.3	0.4	0.1	0.2	0.3	0.1	0.2		0.2	
<i>Acupalpus meridianus</i>									0.2		
<i>Agonum mülleri</i>							0.1	0.3	0.2	0.3	0.2
<i>Agonum nigrum</i>		0.1	0.3	0.3	0.3	0.8	0.6	0.5		0.2	0.6
<i>Agonum sexpunctatum</i>			0.1	0.1			0.2				
<i>Amara aenea</i>		0.5		0.4		0.6		1.5	0.2		
<i>Amara apricaria</i>							0.1				
<i>Amara aulica</i>				0.1							
<i>Amara communis</i>			0.4	0.3	0.2	0.2		0.6	0.2	0.2	
<i>Amara convexior</i>	1.1	2.4	4.2	1.5	0.6	0.9	2.0	2.5		0.5	
<i>Amara familiaris</i>	0.2	0.5	0.5	1.5	0.5	1.4	0.4	16.7	0.2	0.5	0.2
<i>Amara ovata</i>			0.8	0.4	0.3		0.3	0.3			0.2
<i>Amara plebeja</i>	0.2			0.5			0.3	5.4			
<i>Amara similata</i>		0.4	7.5	4.1	1.6	0.2	4.7	5.5	2.5	0.2	0.3
<i>Anisodaetylus nemorivagus</i>			0.1								
<i>Asaphidion flavipes</i>	0.4	0.3		0.4	0.6	0.6	3.9	0.9		0.5	1.3
<i>Badister bipustulatus</i>			0.4				0.2				
<i>Badister cf. meridionalis</i>			0.1								
<i>Badister sodalis</i>	0.2	2.1	0.5	0.3	0.3	1.1	0.4	0.7	0.2	2.4	1.2
<i>Bembidion lampros</i>	1.3	0.9	4.9	1.4	2.0	0.8	12.3	2.1	2.9	1.1	3.7
<i>Bembidion quadrimaculatum</i>		0.1			0.2						
<i>Bembidion tetracolum</i>											0.2
<i>Calathus fuscipes</i>	1.1	0.8	0.4	1.6	2.8	0.6	2.0	10.6	9.1	1.2	
<i>Calathus melanocephalus</i>	0.4	0.1		0.1		0.2					
<i>Carabus auratus</i>	0.7			0.8	1.3			1.0	0.8		
<i>Carabus cancellatus</i>	6.3	8.7	0.3	6.6	39.1	37.6	2.9	49.4	77.1	37.3	1.8
<i>Carabus convexus</i>	0.4	0.6	1.7	1.4	1.8	0.2	1.1	0.3	0.5	0.5	0.4
<i>Carabus coriaceus</i>		0.1	0.8								
<i>Carabus monilis</i>		0.9	0.9	0.4	0.2	0.6	3.0	0.9		0.2	12.6
<i>Carabus nemoralis</i>			1.1	0.1	0.2		0.6		0.2		1.0
<i>Carabus problematicus</i>								0.3	0.2		
<i>Clivina fossor</i>											0.2
<i>Demetrias atricapillus</i>		0.1									
<i>Harpalus aeneus</i>		0.5	0.3	2.6	0.3	1.2	0.1	7.6		1.7	0.4
<i>Harpalus atratus</i>			0.1	0.1				0.2			
<i>Harpalus azureus</i>		0.4		0.8	0.2	0.5		0.6		0.2	
<i>Harpalus dimidiatus</i>				0.1	0.2	0.2	0.1				
<i>Harpalus punctatulus</i>			0.4	0.4			0.1	0.3	0.2		1.3
<i>Harpalus rubripes</i>			0.3	0.3	0.2			0.5			
<i>Harpalus rufipes</i>		0.1		0.1			0.3	0.2	0.2	0.2	0.2
<i>Harpalus tardus</i>		0.1	2.6	0.5	0.2	0.2	0.7	1.5			
<i>Leistus ferrugineus</i>	0.2		0.1								
<i>Loricera pilicornis</i>	1.3	1.0	0.4	0.4	3.6	2.3	1.9	1.3	2.5	2.7	3.2
<i>Microlestes maurus</i>		0.3		0.4			0.2				
<i>Microlestes minutulus</i>		0.6	0.3	0.1		0.2	0.1	0.3			
<i>Nebria brevicollis</i>											0.3
<i>Notiophilus biguttatus</i>	0.4			0.2	1.2	1.2	0.1	0.9	0.5	2.0	0.3
<i>Notiophilus palustris</i>		0.1	0.1	0.4		0.2	0.7	0.6		0.2	
<i>Panageus bipustulatus</i>		0.1	0.4	0.1				0.2			
<i>Platynus assimilis</i>			0.1								
<i>Platynus dorsalis</i>	2.6	9.1	7.8	5.5	1.3	4.2	3.9	6.9	1.4	0.6	0.9
<i>Poecilus cupreus</i>		0.4				0.2					
<i>Pterostichus madidus</i>	0.4	2.1	3.3	5.8	2.1	1.5	4.6	7.9	4.3	2.0	0.3
<i>Pterostichus melanarius</i>	6.7	0.4	0.3	5.7	17.0	1.1	0.1	4.8	75.6	1.5	10.9
<i>Pterostichus oblongopunctatus</i>				0.1						0.2	
<i>Pterostichus vernalis</i>	0.4		0.3				0.3				0.2
<i>Stomis pumicatus</i>	0.7	0.6		0.3	0.2	1.2	0.6	0.2	0.2	0.3	1.9
<i>Trechus quadristriatus</i>	5.4	2.3	0.4	0.6	5.8	9.9	2.9	3.3	4.6	2.3	4.7
<i>Zabrus tenebrioides</i>	0.2				0.3		0.1	0.7	1.1	0.2	0.4
Artenzahl ($\Sigma=59$)	22	32	36	41	30	30	35	37	24	27	27
Fangquote	31	37	43	47	85	70	52	137	185	59	49

*) Zahlenangabe: normierte Fangquote = (Individuenzahl pro Falle und Tag) x 100.

- Die Artenzahl ist in den Schonstreifen um etwa 20 % größer.
- Die Dominanzverhältnisse sind ausgeglichener. Während in den konventionell bearbeiteten Randstreifen (R1, R2) neben dem eudominanten *Carabus cancellatus* nur 3-4 weitere dominante und subdominante Arten existieren, prägen in den Schonstreifen (R3, R4) 10 dominante und subdominante Arten die Dominanzspektren.
- Die Dominanz von *Pterostichus melanarius*, dem Leittier faunistisch verarmter Ackerfluren, ist in den Schonstreifen stark verringert. Statt dessen ist der Anteil von Bewohnern des trockenen Graslandes und anderer offener Lebensräume wie *Harpalus aeneus* und 4 Vertretern der Gattung *Amara* erhöht.
- Der Grad der Übereinstimmung im Artenspektrum unter Berücksichtigung der Dominanz der einzelnen Arten (= Dominanzidentität) beträgt zwischen herbizidbehandeltem Ackerrand und Feldmitte 77 %. Wird auf den Einsatz von Herbiziden in den Ackerrändern verzichtet, sinkt die Dominanzidentität zwischen Rand und Zentrum auf etwa 50 %.
- Die aufgezeigten Aspekte führen in den Schonstreifen zu einer signifikant erhöhten Diversität.

Der ehemalige Ackerschonstreifen R2 gleicht dem Kontrollrand. Die Laufkäfer-Zönose reagiert somit unmittelbar auf den Umweltfaktor Herbizid.

Selbst mitgeschonte, schmale Feldraine von nur 1 m Breite wirken sich förderlich auf Laufkäfer aus. Aktivitätsdichte, Artenzahl und Diversität sind im Vergleich mit dem Kontrollrain S1 erhöht (Tab.2). Liegen die Raine neben herbizidbehandelten Ackerrändern, beträgt die Dominanzidentität mit der Feldmitte 50 % (S1, S2); grenzen sie an Ackerschonstreifen, sinkt sie auf 23 % (S3) bzw. 39 % (S4).

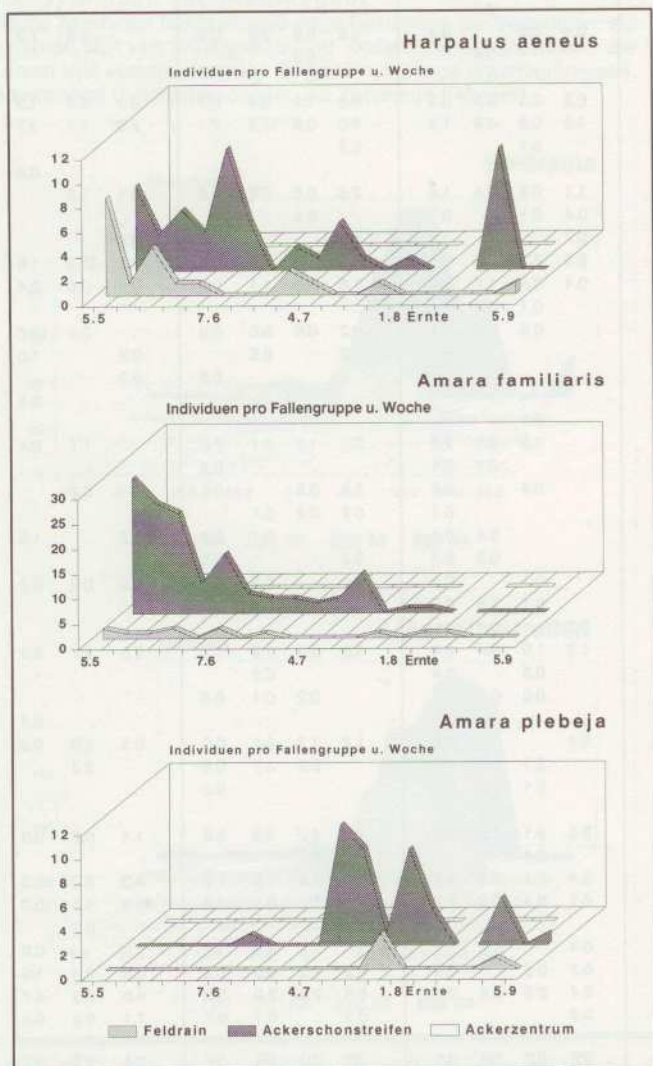


Abb.8: Phänologie der phytophagen Laufkäfer *Harpalus aeneus*, *Amara familiaris* und *Amara plebeja* in verschiedenen Biotopstrukturen eines Feldes mit Ackerschonstreifen.

Auch bezüglich der Laufkäfer-Fauna werden somit nicht nur Ackerränder durch den Herbizidverzicht beeinflusst, sondern auch Feldraine. Im Rahmen des Ackerrandstreifenprogramms erlangen Feldraine und Ackerränder eine große Bedeutung als Lebensraum einer Carabiden-Biozönose, die sich stark von der Gemeinschaft konventionell bewirtschafteter Ackerflächen unterscheidet.

Aus Artenschutzsicht ist bedeutsam, daß von 16 nachgewiesenen Arten, die im Rheinland nur selten oder vereinzelt vorkommen (nach KOCH 1968), 11 Arten in den geschonten Randflächen gefördert werden bzw. ausschließlich hier vorkommen. Dazu zählen u.a. *Amara convexior*, *Harpalus atratus*, *H. azureus*, *H. rubripes*, *Microlestes maurus*, *M. minutulus* und *Panageus bipustulatus*.

Die Wirkung der Herbizide auf die Carabidenfauna ist sowohl direkt als auch indirekt. Eine direkte toxische Wirkung auf Feldlaufkäfer hat MÜLLER (1971) nachgewiesen. Über negative Auswirkungen auf Fertilität und Vitalität der Tiere sowie Repellent-Effekte liegen bislang keine Aussagen vor; solche Auswirkungen sind jedoch zu vermuten. Das Beutetierangebot wird vermindert, da Herbizide ebenfalls die Mortalitätsrate von Springschwänzen und Regenwürmern erhöhen (EIJSSACKERS u. VAN DER DRIFT 1976).

Den indirekten Wirkungen der Herbizide durch die Veränderung der Vegetationsstruktur wird die größte Bedeutung beigemessen (ASSMUTH et al. 1986). Die Förderung der Carabidenfauna durch die Segetalflora und die daraus resultierende stärkere Heterogenität des Lebensraums sind hinreichend belegt (BOSCH 1987; INGRISCH et al. 1989; SPEIGHT u. LAWTON 1976; u.a.).

Durch den höheren Wildpflanzen-Deckungsgrad in den Ackerschonstreifen wird die Luftfeuchtigkeit erhöht (vgl. Kap. 4.1). Daß hier aber nicht hygrophile, sondern xerophile Arten am stärksten vertreten sind, deutet darauf hin, daß das Mikroklima nicht der entscheidende Umweltfaktor ist.

Der herausragende ökologische Parameter ist vielmehr das Nahrungsangebot. Nach HEYDEMANN (1983) sind von jeder Pflanzenart der mitteleuropäischen Agrarlandschaft durchschnittlich 12 phytophage Tierarten abhängig. Die Ackerschonstreifen sollten demnach ein hohes Beutetierangebot für Carabiden aufweisen, ebenso wie biologisch bewirtschaftete Felder (INGRISCH et al. 1989) und stark mit einjährigem Rispengras (*Poa annua*) bestandene Weizenkulturen (SPEIGHT u. LAWTON 1976).

Wegen der polyphagen Ernährungsweise der meisten Carabiden wird ihr Nahrungsangebot durch die Ackerbegleitflora auch direkt erhöht. Dies gilt in besonderem Maße für die vorwiegend phytophagen Gattungen *Amara* und *Harpalus* (vgl. WELLING et al. 1988). Ihre Aktivitätsabundanz ist im Acker signifikant mit dem Deckungsgrad von Ackerwildpflanzen korreliert. Die Frühjahrsarten *Amara convexior*, *A. familiaris*, *A. similata*, *A. plebeja*, *Harpalus aeneus* und *H. tardus* werden durch den Herbizidverzicht so stark gefördert, daß man sie im Untersuchungsgebiet als Kennarten der Ackerschonstreifen bezeichnen kann (Abb.8, Tab.2).

Sie sind durch ihr Flugvermögen und ihre hohe Ausbreitungsfähigkeit an instabile Lebensräume angepaßt (DEN BOER et al. 1980). Dadurch sind sie in der Lage, geeignete Habitate wie Ackerschonstreifen, auch wenn sie kurzlebig und kleinflächig sind, rasch zu besiedeln. Sie nutzen die geschonten Randstrukturen als Sommerlebensraum. Da sich diese herbivoren Arten in Feldern praktisch nur von Ackerwildpflanzen ernähren, sind sie nicht schädlich (BOSCH 1987).

Amara familiaris und *A. plebeja* besiedeln fast ausschließlich den Ackerschonstreifen (Abb.8). Das Mikroklima ist nicht ausschlaggebend, da der Feldrain vergleichbare Bedingungen bietet. Eine Erklärung für die Bevorzugung des Schonstreifens ist die Bindung an bestimmte Nahrungspflanzen. Das Nahrungsspektrum dieser Arten besteht vermutlich mehr aus einjährigen, zarten Ackerbegleitpflanzen als aus mehrjährigen, stärker sklerenchymhaltigen Wiesenpflanzen.

Die Förderung der Laufkäfer könnte neben dem Artenschutzaspekt auch im integrierten Pflanzenschutz Bedeutung erlangen. So wirkt sich in mit Blütenpflanzen eingesäten Randstreifen die Erhöhung der Aktivitätsdichte in die Getreidefelder hinein aus (KLINGER 1987).

5 Schlußfolgerungen und Empfehlungen

Die Feldflora und -fauna ist in den konventionell bewirtschafteten Agrarflächen verarmt. Alle untersuchten Taxozönosen weisen hier eine geringe Artenvielfalt auf. Die durch den Einsatz von Agrochemikalien geschaffenen Umweltbedingungen haben den überwiegenden Teil stenöker Feldarten zurückgedrängt; es dominieren hauptsächlich anspruchslose euryvalente Arten.

Die Reduktion der Bewirtschaftungsintensität erhöht dagegen die Artenvielfalt im Ackerrand und im Feldrain. Die Bedeutung herbizidfreier Feldränder für die Agrarlandschaft liegt darüber hinaus in der Ausbildung intakter Pflanzen- und Tiergemeinschaften.

Unter Berücksichtigung der gewonnenen Erkenntnisse können für die weitere Durchführung der Ackerrandstreifenprogramme folgende Empfehlungen gegeben werden:

- Die Zielsetzung sollte sich nicht nur auf den Schutz gefährdeter Ackerwildkräuter beschränken, sondern wie in Hamburg und Hessen die Förderung und Erhaltung typischer Pflanzen- und Tierbiozönosen auf Ackerflächen beinhalten. Zum Schutz der vollständigen Ackerbiozönose ist jeglicher Pestizideinsatz (vor allem von Insektiziden) in den Schonstreifen zu untersagen.
- Da mit zunehmender Schonungsdauer die Biotopqualität von Ackerrändern und Feldrainen vor allem hinsichtlich Vegetationsausbildung, Blütenangebot und Syrphiden-Besuch ansteigt, sind Ackerschonstreifen möglichst über mehrere Jahre lang herbizidfrei zu halten.
- Ackerrandstreifen sollten bevorzugt an Rainen, Gräben, Hecken, Gewässeruferrn und Schutzgebieten angelegt werden. Die mitgeschonten Feldraine sollen nur selten gemäht werden.
- Zur Erhaltung des ganzen Spektrums gebietstypischer Segetalgesellschaften mit einer entsprechenden Begleitfauna muß das Programm auf alle Naturräume ausgedehnt werden. Dies gilt insbesondere für Intensiv-Anbaugelände, wo das Artendefizit meist besonders groß ist.

In Anbetracht der vorliegenden Resultate ist zu vermuten, daß durch die Anlage von genügend vielen Ackerschonstreifen der dramatische Rückgang der Fauna der Kulturfelder gebremst werden kann. Die Verbesserung der ökologischen Verhältnisse durch Herbizidverzicht beeinflusst aller Voraussicht nach die meisten Arthropoden-Taxozönosen günstig (vgl. FELKL 1988; FRITZ 1989; WELLING et al. 1988). Darüber hinaus werden auch höher entwickelte Tierarten wie beispielsweise das Rebhuhn (POTTS 1985) begünstigt.

Eine Erhaltung der vollständigen Ackerfauna durch das Programm ist jedoch nicht zu erwarten, da der Flächenbedarf einer Reihe von Feldarten nicht durch 2-3 m breite Schonstreifen gedeckt wird (vgl. HEYDEMANN 1983). Die Lebensansprüche der mobilen Arten können am ehesten in einem Biotopverbundsystem erfüllt werden. Zur Schaffung eines solchen Systems bietet sich die Kombination von brachliegenden Feldern und extensiv bewirtschafteten Parzellen an, die durch Ackerschonstreifen und angrenzende Saumbiotop miteinander vernetzt werden.

Die entsprechende Ausweitung des Programms und der daraus abzuleitende Anstieg der Ausgleichszahlungen an die Landwirte können nicht nur durch Naturschutzmittel getragen werden. Im Rahmen einer ökologisch erforderlichen umweltpolitischen Entwicklung im Agrarbereich könnte auf bislang zur Überschußfinanzierung verwendete Mittel zurückgegriffen werden.

Neben dem Beitrag zum Artenschutz könnte das Ackerrandstreifenprogramm auch ökonomische Vorteile bieten. Räuberische Schwebfliegen und Laufkäfer bauen in geschonten Feldrändern starke Nützlingspopulationen auf, die im Rahmen umweltschonenderer Landwirtschaftspraktiken Bedeutung erlangen könnten.¹⁾ Gegenüber eingesäten Randstreifen, die ebenfalls Nützlinge anlocken, sind Ackerschonstreifen mit autochthonen Phytozönosen vorzuziehen. Zudem blühen die vorwiegend zur Einsaat verwendeten Arten Phacelie und Gelbsef erst ab Ende Mai und sind somit keine Alternative für frühblühende Wildkräuter.

Die positiven Wirkungen des Ackerrandstreifenprogramms auf den Naturhaushalt dürfen nicht über den intensiven Chemikalieneinsatz in den Agrarökosystemen hinwegtäuschen. Der moderne Naturschutz erfordert eine Zurücknahme der Nutzungsintensitäten auf der gesamten Fläche (MADER 1990). Solange die Voraussetzungen für eine umweltschonende Landwirtschaft im rechtlichen und agrarpolitischen Raum nicht geschaffen sind, bleiben Ackerrandstreifenprogramme jedoch notwendige Hilfsmittel, um den Artenschwund aufzuhalten bzw. rückgängig zu machen.

6 Zusammenfassung

Das Ackerrandstreifenprogramm ist ein in Deutschland nahezu bundesweit durchgeführtes Naturschutzvorhaben mit der Zielsetzung, die gefährdete Segetalflora auf Ackerflächen durch Extensivierungsmaßnahmen zu erhalten. Gezeigt werden konnte, daß durch das

¹⁾ Im Rahmen einer Dissertation wird z.Zt. untersucht, ob Schonstreifen auch den Schädlingsbefall mindern helfen.

Programm die typische Insektenfauna in Ackerrand und Feldrain ebenfalls gefördert wird.

Verglichen wurden Schwebfliegen- und Laufkäfer-Taxozönosen herbizidfreier und konventionell bearbeiteter Wintergetreide-Ackerrandstreifen in der Nordeifel. Die ökologischen Parameter Artenzahl, Abundanz, Diversität und Evenness sind in den Ackerschonstreifen einschließlich der angrenzenden Feldraine in den überwiegenden Fällen höher als in den herbizidbehandelten Vergleichsflächen. Gefährdete Arten besiedeln schwerpunktmäßig die herbizidfreien Feldränder. Die Zusammensetzung der Taxozönosen in den herbizidfreien Ackerrändern und Feldrainen unterscheidet sich erheblich von jener in den herbizidbehandelten Flächen. Die geschonten Randstreifen und Raine sind in der Agrarlandschaft trotz ihrer geringen Flächenausdehnung als relativ eigenständige Lebensräume von großer Bedeutung.

Bei zusätzlicher Berücksichtigung der Feldfauna sind Ackerrandstreifenprogramme geeignete Hilfsmittel um den Artenschwund in Ackerbaugeländen aufzuhalten bzw. rückgängig zu machen.

Danksagung

Für ihre Unterstützung danken wir Herrn Dr. Grus, Frau Dr. Hacker, Herrn Prof. Dr. Kirchner (RWTH Aachen) und Frau Dipl.-Biol. Raskin. Dem Amt für Agrarordnung Aachen, insbesondere Frau Dipl.-Biol. Djenanian, sowie den Landwirten Herrn Cramer, Familie Berg und Familie Reuter gilt unser Dank für die gute Zusammenarbeit.

Literatur

- ADIS, J. u. KRAMER, E. (1975): Formaldehyd-Lösung attrahiert *Carabus problematicus* (Coleoptera, Carabidae). In: Entomologica Germanica 2, 121-125.
- ASSMUTH, W., BUSCHINGER, A., FRANZ, J. M., GROH, K. u. TANKE, W. (1986): Nebenwirkungen von Pflanzenschutzmaßnahmen auf die Agrozoönose von Zuckerrübenkulturen. In: DFG Forschungsbericht, Herbizide 2. VCH Verlagsgesellschaft Weinheim, 44-79.
- BANKOWSKA, R. (1980): Fly communities of the family *Syrphidae* in natural and anthropogenic habitats of Poland. In: Memorabilia Zoologica 33.
- BOER, P.J. DEN, VAN HUIZEN, T.H.P., DEN BOER-DAANJE, W., AUKEMA, B. u. DEN BIEMANN, C.F.M. (1980): Wing Polymorphism and Dimorphism in Ground Beetles as Stages in an Evolutionary Process (Col.: Carabidae). In: Entomologia Generalis 6 (2/4), 107-134.
- BOSCH, J. (1987): Der Einfluß einiger dominanter Ackerunkräuter auf Nutz- und Schadarthropoden in einem Zuckerrübenfeld. In: Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz 94 (4), 398-404.
- BRAUN-BLANQUET, J. (1951): Pflanzensoziologie. Grundzüge der Vegetationskunde. 2. Aufl., 631 S. Springer Wien.
- CHIVERTON, P.A. (1986): Predator density manipulation and its effects on populations of *Rhopalosiphum padi* (Hom.: Aphididae) in spring barley. In: Annals of applied biology 109, 49-60.
- DEUTSCHER RAT FÜR LANDESPFLEGE (1988): Empfehlungen für eine umweltorientierte Entwicklung des ländlichen Raumes. In: Schriftenreihe des DRL, H.54, 235-260.
- EIJLSACKERS, H. u. VAN DER DRIFT, J. (1976): Effects on the soil fauna. In: AUDAUS, L.J.: Herbicides Vol 2, Academic Press London, 149-174.
- ELSEN VAN, T. (1989): Keimversuche zum Samenpotential im Gradienten „Herbizidfreier Ackerschonstreifen“ – „Bestandesinneres“. In: RIEWENHERM, LIETH u. STEGMANN: Verhandlungen der GfÖ, Bd. 19.1, 249-250.
- FELKL, G. (1988): Erste Untersuchungen über die Abundanz von epigäischen Raubarthropoden, Getreideblattläusen und stenophagen Blattlausprädatoren in herbizidfreien Winterweizen-Ackerrandstreifen in Hessen. In: Gesunde Pflanzen, 40. Jg., H.12, 483-491.
- FREUDE, H., HARDE, K.W. u. LOHSE, G.A. (1976): Die Käfer Mitteleuropas, Bd. 2, Goecke u. Evers Krefeld.
- FRITZ, W. (1989): Zur Auswirkung herbizidfreier Ackerrandstreifen auf phytophage Käfer. In: RIEWENHERM, LIETH u. STEGMANN: Verhandlungen der GfÖ, Bd. 19.1, 117-118.
- GEUSEN-PFISTER, H. (1987): Untersuchungen zur Biologie und zum Reproduktionsvermögen von *Episyrphus balteatus* Deg. (Dipt., Syrphidae) unter Gewächshausbedingungen. In: Journal of applied Entomology 104, 261-270.
- GOOT, V.S. VAN DER (1981): De Zweefvliegen van Noordwest Europa en Europees Rusland, in het bijzonder van de Benelux. In: Hoogwoud, Koninklijke Nederlandse Natuurhistorische Vereniging.
- HAEUPLER, H. (1982): Evenness als Ausdruck der Vielfalt in der Vegetation – Untersuchungen zum Diversitäts-Begriff. Habilitationsschrift Dissertationes Botanicae 65, Vaduz, 268 S.
- HEYDEMANN, B. (1983): Aufbau von Ökosystemen im Agrarbereich und ihre langfristigen Veränderungen. In: Daten und Dokumente zum Umweltschutz, Sonderreihe Umweltagung Nr. 35, 53-84.

- HONEK, A. (1983): Factors affecting the distribution of larvae of aphid predators in cereal stands. In: Zeitschrift für angewandte Entomologie 95, 336-345.
- INGRISCH, S., WASNER, U. u. GLÜCK, E. (1989): Vergleichende Untersuchung der Ackerfauna auf alternativ und konventionell bewirtschafteten Flächen. In: Schriftenreihe der LÖLF, Bd.11, 113-271.
- KLINGER, K. (1987): Auswirkungen eingesäter Randstreifen an einem Winterweizen-Feld auf die Raubarthropodenfauna und den Getreideblattlausbefall. In: Journal of applied Entomology 104, 47-58.
- KOCH, K. (1968): Käferfauna der Rheinprovinz. In: Decheniana, 13. Beiheft, Bonn.
- KORMANN, K. (1988): Schwebfliegen Mitteleuropas: Vorkommen – Bestimmung – Beschreibung. ecomed-Verlag Landsberg a.L.
- KÜHNER, C. (1988): Untersuchungen in Hessen über Auswirkung und Bedeutung von Ackerschonstreifen. 2.: Populationsentwicklung der Getreideblattläuse und ihrer spezifischen Gegenspieler. In: Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft Berlin-Dahlem, H. 247, 43-54.
- MADER, H.-J. (1990): Die Isolation von Tier- und Pflanzenpopulationen als Aspekt einer europäischen Naturschutzstrategie. In: Natur und Landschaft, 65 (1), 9-12.
- MINISTER FÜR UMWELT, RAUMORDNUNG UND LANDWIRTSCHAFT DES LANDES NORDRHEIN-WESTFALEN (1988): Umweltschutz und Landwirtschaft. 3. Schutzprogramm für Ackerwildkräuter. Düsseldorf.
- MOLTHAN, J. u. RUPPERT, V. (1988): Zur Bedeutung blühender Wildkräuter in Feldrainen und Äckern für blütenbesuchende Nutzinsekten. In: Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft Berlin-Dahlem, H.247, 85-100.
- MÜLLER, G. (1971): Laboruntersuchungen zur Wirkung von Herbiziden auf Carabiden. In: Archiv für Pflanzenschutz 7, 351-364.
- POTTS, G.R. (1985): Herbicides and the decline of the partridge: an international perspective. In: 1985 British Crop Protection Conference, Weeds 3, 983-990.
- RÖSER, B. (1988): Saum- und Kleinbiotope: ökologische Funktion, wirtschaftliche Bedeutung und Schutzwürdigkeit in Agrarlandschaften. ecomed-Verlag Landsberg a.L.
- SCHMUTTERER, H. u. GAUDCHAU, M. (1986): Anlockung von Syrphiden durch künstlich als Ersatz für Unkräuter in Winterweizenbeständen angesäte Phacelie (*Phacelia tanacetifolia*) und Auswirkungen auf Getreideblattläuse. In: DFG Forschungsbericht, Herbizide 2. VCH Verlagsgesellschaft Weinheim, 115-128.
- SCHUMACHER, W. (1980): Schutz und Erhaltung gefährdeter Ackerwildkräuter durch Integration von landwirtschaftlicher Nutzung und Naturschutz. In: Natur und Landschaft, 55 (12), 447-453.
- SPEIGHT, M.R. u. LAWTON, J.H. (1976): The influence of Weed-Cover on the Mortality improved on artificial prey by predatory Ground Beetles in cereal fields. In: Oecologia 23, 211-223.
- STÜRKEN, K. (1964): Die Bedeutung der Imaginalernährung für das Reproduktionsvermögen der Syrphiden. In: Zeitschrift für angewandte Zoologie 51, 385-417.
- SUKOPP, H. (1981): Veränderungen von Flora und Vegetation in Agrarlandschaften. In: Berichte über Landwirtschaft, 197. Sonderheft, 255-264.
- SUNDERLAND, K.D. u. VICKERMAN, G.P. (1980): Aphid feeding by some polyphagous predators in relation to aphid density in cereal fields. In: Journal of applied Ecology 17, 389-396.
- WELLING, M., PÖTZL, R.A. u. JÜRGENS, D. (1988): Untersuchungen in Hessen über Auswirkung und Bedeutung von Ackerschonstreifen. 3.: Epigäische Raubarthropoden. In: Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft Berlin-Dahlem, H.247, 55-63.

Anschriften der Autoren:

- Dipl.-Biol. Richard Raskin
Lehrstuhl für Biologie VII (Angewandte Entomologie)
RWTH Aachen
Kopernikusstr. 16
W-5100 Aachen
- Priv.-Doz. Dr. Erich Glück
Lehrstuhl für Landschaftsökologie
Christian-Albrechts-Universität
Olshausenstr. 40
W-2300 Kiel
- Univ.-Prof.em. Wolfram Pflug
Wilsede Hillmers Hof
W-3045 Bispingen

Natur und Landschaft

- Schriftleitung:** Dir. u. Prof. Dr. W. MRASS und MARLIES PETZOLDT
Konstantinstr. 110, 5300 Bonn 2
- Erscheinungsweise:** monatlich
- Bezugspreis:** DM 89,— jährlich (einschl. Porto, Versandkosten und Mehrwertsteuer)
- Einzelheft:** DM 8,50 (zzgl. Porto, Versandkosten und Mehrwertsteuer)
33% Rabatt für Studenten

Verlag: W. Kohlhammer GmbH, Max-Planck-Straße 12, Postfach 400263, 5000 Köln 40